

# NIANGA, LABORATOIRE DE L'AGRICULTURE IRRIGUÉE EN MOYENNE VALLÉE DU SÉNÉGAL

Éditeurs scientifiques

P. BOIVIN, I. DIA, A. LERICOLLAIS,  
J.-C. POUSSIN, C. SANTOIR et S.M. SECK



Ateliers ORSTOM - ISRA  
à Saint-Louis (Sénégal),  
du 19 au 21 octobre 1993

Nianga,

Laboratoire de l'agriculture irriguée  
en moyenne vallée du Sénégal

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les "copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective" et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustrations, "toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite" (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.



Atelier ORSTOM - ISRA  
du 19 au 21 Octobre 1993, Saint-Louis, Sénégal

**NIANGA,  
LABORATOIRE DE L'AGRICULTURE IRRIGUEE  
EN MOYENNE VALLEE DU SENEGAL**

□ □ □

Éditeurs scientifiques :

P. Boivin, I. Dia, A. Lericollais, J.C. Poussin, C. Santoir et S.M. Seck

---

Éditions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Collection COLLOQUES et SÉMINAIRES

Paris, 1995

# Les recherches en entomologie sur le fleuve Sénégal : bilan et perspectives dans le contexte des cultures irriguées au Sahel

□ □ □

R. Goebel,

Entomologiste, CIRAD-CA, détaché à l'ISRA , BP 240, Saint-Louis, Sénégal

Les zones à écologie particulière telles que les vallées des grands fleuves du sahel où les espaces cultivés (périmètres irrigués, cultures de décrue) alternent avec les espaces arides, sont le lieu d'attaques parfois très importantes : invasions (heureusement espacées) du criquet migrateur, *Schistocerca gregaria*, mais aussi pullulations d'oiseaux granivores (surtout *Quelea quelea*) sur la plupart des céréales. Cependant, en dehors de ces attaques à grande échelle, les problèmes phytosanitaires en milieu sahélien demeurent moins importants et moins diversifiés que dans les zones pluviales.

Ce contexte peut changer, notamment avec le développement des cultures irriguées (coton, maïs, sorgho, arachide, cultures horticoles...) au sein des systèmes de production actuels (souvent à base de riz). La diversification des cultures représente en effet un enjeu important pour les pays sahéliens car elle est porteuse d'une nouvelle dynamique agricole. La recherche d'une productivité élevée afin de rentabiliser les périmètres irrigués aux abords des grands fleuves, passera nécessairement par une certaine "artificialisation" du milieu de culture avec notamment l'introduction de variétés nouvelles, de techniques d'irrigation performantes, la mise en place de systèmes de culture intensifiée... Ces nouvelles techniques risquent cependant de bouleverser les agrosystèmes en place et provoquer l'apparition de contraintes biotiques préjudiciables aux cultures : développement ou recrudescence de ravageurs, de maladies et d'adventices.

En ce qui concerne les contraintes liées aux attaques d'insectes, un travail en entomologie a été initié début 1990, dans le cadre d'un projet de recherche sur la maïsiculture irriguée dans la région du fleuve Sénégal.

Les travaux qui ont porté essentiellement sur cette culture, permettent de mettre en exergue l'importance des problèmes liés aux attaques d'insectes dans cette région, particulièrement en hivernage (saison des pluies).

A partir de ces études récentes, nous proposons ici de donner un aperçu des principales contraintes entomologiques rencontrées dans la région du fleuve Sénégal et de faire le point sur les diverses possibilités de lutte dans le contexte nouveau des systèmes de culture irriguée.

## PRINCIPAUX PROBLÈMES ENTOMOLOGIQUES SUR LE FLEUVE SÉNÉGAL

### Justifications des recherches en entomologie

Dans la région du fleuve Sénégal, les informations sur les contraintes biotiques sont souvent fragmentaires et peu précises (contrairement aux autres régions). En ce qui concerne **la culture de décrue** (sorgho, mil...), on trouve quelques indications dans de vieux documents se rapportant aux problèmes agricoles du fleuve : **les sauteriaux<sup>1</sup>, les chenilles défoliatrices, les pucerons, mais aussi les oiseaux granivores**, sont parmi les contraintes les plus citées. L'importance des populations acridiennes et aviaires dans cette région avaient d'ailleurs sensibilisé un certain nombre de projets nationaux ou régionaux, mis en oeuvre par l'OCLALAV (FAO, 1978).

Dans le domaine de **l'agriculture irriguée, les problèmes entomologiques ont été très peu étudiés**. Cependant, il existe un certain nombre de documents descriptifs de l'entomofaune au Sénégal sur cultures vivrières et maraîchères (Risbec, 1950 ; Appert, 1957 ; Bourdouxhe, 1983 ; Etienne *et al.*, 1992), et quelques rapports de mission d'experts entomologistes sur le fleuve, tant du côté sénégalais que mauritanien (Schmitz, 1969 ; Brenière, 1978 et 1981).

De 1984 à 1988, la mise en place d'un programme d'amélioration variétale du maïs au sein de l'ISRA/Saint-Louis a permis de caractériser les contraintes biotiques de cette culture. Les problèmes majeurs apparus étaient ceux liés aux attaques d'insectes, particulièrement les foreurs de tiges, alors que les problèmes phytopathologiques demeuraient très faibles (Clerget, 1988).

La quasi-absence de données précises concernant la bio-écologie des ravageurs dans cette région et le démarrage d'une opération d'envergure sur le maïs irrigué, nous a conduit durant quatre années à effectuer un inventaire précis de l'arthropodofaune nuisible et utile à la maïsiculture irriguée, à en étudier la dynamique et le comportement dans l'espace cultivé (pour les plus importants), et enfin, à proposer des solutions de protection des cultures à l'aide d'essais exploratoires en station. En dehors de ces études précises, de nombreuses prospections phytosanitaires ont été effectuées sur toute la rive gauche du fleuve Sénégal : le delta et la moyenne vallée.

---

1 sauteriaux : petites sauterelles ravageuses de cultures.

## Contexte agro-écologique

La bio-écologie des ravageurs en région sahélienne africaine est bien différente de celle des zones de savane ou de forêt, notamment en raison des conditions climatiques particulièrement stressantes : raréfaction des pluies, hygrométrie parfois très faible en saison sèche, vent de sable, ensoleillement maximum, absence de plantes-hôtes de substitution. De ce fait, ce type de milieu impose à la plupart des espèces d'insectes des périodes de quiescence plus ou moins longue, dont la levée est généralement déterminée par l'approche de l'hivernage (premières pluies, degré d'hygrométrie plus important).

C'est durant cette période favorable où de nombreuses cultures sont pratiquées, que les insectes se reproduisent et accomplissent leur cycle. Cela explique l'importance des dégâts d'insectes que l'on peut parfois observer sur certaines cultures et les pertes de productivité enregistrées.

Cependant, les prospections et observations régulières dans le delta et la moyenne vallée du fleuve Sénégal tendent à prouver que certains insectes restent en activité durant la saison sèche froide et chaude et qu'ils peuvent, à ce titre, représenter un danger permanent pour les cultures pratiquées à cette période, en condition d'irrigation (R. Goebel, 1991).

## Le complexe parasitaire du maïs sur le fleuve : comportement sur la plante hôte et dégâts

Une liste des insectes nuisibles et utiles recensés sur le maïs de 1990 à 1993, figure en annexe 1. La majeure partie des ravageurs présentés ici ne sont pas strictement inféodés au maïs ; ils peuvent notamment attaquer d'autres céréales telles que le sorgho, le mil et le riz. De même, on trouvera des insectes polyphages s'attaquant aussi bien aux arbres fruitiers qu'aux cultures céréalières, cotonnières ou maraîchères.

### \* Les lépidoptères foreurs :

Les lépidoptères foreurs et défoliateurs des céréales sont de loin les ravageurs les plus préjudiciables en raison principalement de leur biologie particulière (développement à l'intérieur de la tige) et de leur comportement migratoire. Sur le maïs, tous les organes sont attaqués (feuilles, tiges, panicules et épis). Dans la région du fleuve Sénégal, le complexe parasitaire du maïs irrigué est dominé par trois ravageurs-clés :

*Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera, Noctuidae) est régulièrement rencontré en maïsiculture d'hivernage, particulièrement dans la zone du delta du fleuve. Chaque année, durant la période pluvieuse, on observe des attaques violentes et très localisées, qui se produisent de préférence sur des parcelles irriguées par aspersion. Les comptages larvaires, ont montré l'existence de deux générations au cours du cycle du maïs, dont la première sur jeunes pieds

de maïs provoquent des **"coeurs-morts" (destruction du méristème apical)**, se traduisant par une perte de plants productifs à l'hectare.

Ce foreur attaque également le maïs en saison froide mais sa pression parasitaire est plus faible qu'en hivernage. Les observations sur différentes dates de semis confortent l'idée **qu'il n'y a pas d'arrêt de développement** chez cette espèce, en raison probablement de la multiplicité des plantes hôtes sur le fleuve Sénégal (graminées cultivées et spontanées).

La pyrale *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera, Pyralidae), insecte foreur des tiges et des épis, est une espèce typique qui apparaît sur le maïs d'hivernage à l'époque de la floraison mâle, lorsque les entre-noeuds sont bien individualisés. L'extension des infestations de ce ravageur semble étroitement liée aux conditions climatiques, notamment pluviométriques. Ainsi en hivernage 1991 et 1992, où les pluies ont été rares et très irrégulières (il est tombé moins de 100 mm en 1992), les attaques ont été plutôt limitées (malgré une densité de larves parfois élevée). Par contre en 1993 où près de 220 mm ont été enregistrés sur la station de Ndiol, les infestations ont été non seulement intenses, mais se sont étendues à l'ensemble des plants (cette situation avait déjà été rencontrée en 1990, année de bonne pluviométrie).

Contrairement à *S. calamistis*, ce foreur n'existe pas en maïsiculture de saison froide (pas un seul insecte n'a été trouvé sur les essais "date de semis" et les différentes parcelles de contrôle implantées dans les stations ISRA de Ndiol et Fanaye). L'hypothèse d'une diapause durant la saison sèche froide est avancée.

*Helicoverpa* (= *Heliothis*) *armigera* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) que l'on peut qualifier de foreur de l'épi, est présent en hivernage comme en saison-froide, mais l'intensité des attaques est très variable d'une année sur l'autre. Cette noctuelle a une quantité importante de plantes hôtes, avec en tête de liste, le cotonnier et la tomate.

\* Les lépidoptères défoliateurs :

*Mythimna* (= *Acantholeucania*) *loreyi* Duponchel (Lepidoptera, Noctuidae), noctuelle défoliatrice, est signalée sur l'ensemble des essais maïs et sorgho, quels que soient le stade et l'époque de culture. Les dégâts les plus importants se situent sur jeunes plants (dégâts foliaires) et au stade "panicule visible au fond du cornet" où la panicule est parfois sérieusement endommagée. En hivernage 1991 et 1992, de nombreuses larves de *M. loreyi* ont été trouvées sur l'extrémité des épis de maïs (consommation des soies), ou entre spathes et grains. Sur un même plant, la densité larvaire peut être importante (jusqu'à 10 larves). Les infestations sont observées sur toute la région du fleuve, jusqu'à Bakel.

*Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) est un phyllophage dont les dégâts sont généralement faibles. Les infestations concernent principale-



ment le maïs de saison-froide où les premiers dégâts sur feuille sont constatés 15 jours après semis.

Cependant ces attaques ne semblent pas entraver le développement des jeunes plants.

\* Les piqueurs-suceurs :

Trois types de ravageurs constituent une part importante de l'entomofaune du feuillage : les pucerons, les thrips et les acariens. Les pucerons, notamment sont souvent vecteurs de maladies virales.

*Caliothrips impurus* Priesner (Thysanoptera), thrips noir du maïs, a été fréquemment rencontré sur les essais de maïs de saison froide, dans les principales stations de l'ISRA. Les infestations démarrent dès l'émergence de la plantule et les premières feuilles ont des striures caractéristiques (apparition de zone de couleur argentée correspondant à la nécrose des tissus). L'attaque s'estompe généralement lors de l'apparition des nouvelles feuilles sur le plant. De très légères infestations peuvent avoir lieu sur les panicules et les épis (spathes). Ce thrips est signalé sur *niébé*.

*Rhopalosiphum maidis* Fitch (Homoptera, Aphididae) : le puceron du maïs est un insecte répandu dans toute la région du fleuve. Ses infestations en colonies se produisent en hivernage, mais surtout en saison froide où les températures fraîches favorisent les pullulations. L'installation des colonies de pucerons démarrent au stade "panicule visible au fond du cornet", sur les feuilles entourant la panicule. Par la suite, en cas de fortes infestations (conditions optimales), toute la panicule peut être entièrement envahie, ce qui peut entraîner des problèmes de fécondation (peu ou pas de libération du pollen). Cependant, les pucerons ne sont pas des parasites constants, compte tenu de leur grande sensibilité aux conditions climatiques. L'activité de la faune utile joue aussi un rôle essentiel dans la régulation naturelle des populations. Notons enfin que **le sorgho** est également un hôte très apprécié de ce ravageur.

L'acarien *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae), a été observé en maïsiculture de saison-froide sur la station de Fanaye, mais aussi dans les périmètres irrigués de la moyenne vallée. Les attaques d'acariens coïncident le plus souvent avec l'arrivée de l'harmattan (vent sec et chaud) ; on peut alors constater sur le maïs à maturité, de nombreuses toiles sur les feuilles, piégeant la poussière. Des dégâts importants se traduisent par un jaunissement du feuillage par plages, puis un dessèchement progressif des feuilles. Cependant, cette infestation souvent tardive (fin de maturité), n'a pas d'impact sur le rendement. *T. urticae* est fréquemment rencontré sur riz de contre saison.

\* Les coléoptères :

**Scarabaeidae (Cetoniae) et Meloidae** sont les principales familles attaquant les organes reproducteurs en maïsiculture d'hivernage. *Pachnoda interrupta* Olivier (Cetoniae) a été particulièrement abondant en hivernage 1991, sur panicules et épis, surtout dans le delta du fleuve. Ce qui n'a pas été le cas en hivernage 1992, où l'espèce a été faiblement représentée.

Les dégâts de Meloidae sur panicules, essentiellement *Psalydolytta vestita* Dufour, *Mylabris holocericea* Klug et *Coryna argentata* Fabriciu, ont été observés tant en station que sur les périmètres irrigués du fleuve. Ces insectes que l'on appelle communément "cantharides" dévorent les organes floraux (étamines et anthères) et sont responsables de l'avortement des épis. Les deux premières espèces attaquent surtout **le maïs, le sorgho et le mil**, tandis que la troisième est surtout rencontrée sur **niébé, arachide, bisaab (oseille de Guinée) et gombo**. Toutefois, leur incidence sur le maïs reste limitée.

\* Les termites :

Des dégâts non négligeables de **termites** (*Microtermes* sp.) sont régulièrement constatés sur la station de Fanaye, se traduisant, en cas de forte attaque, par une verse de plants. L'infestation a lieu entre deux irrigations gravitaires (le sol s'assèche très rapidement), ce qui laisse le temps aux **termites** d'envahir les plants.

\* Les acridiens :

Depuis 1990, aucune infestation de grande envergure (criquets migrants) n'a eu lieu sur les cultures du fleuve Sénégal. Cependant on constate régulièrement des attaques de sauteriaux en saison froide avec des dégâts parfois importants sur le feuillage des céréales (feuilles dévorées jusqu'à la nervure). C'est le cas des espèces *Kraussaria angulifera* Krauss (Cyrtacanthacridinae), *Hieroglyphus daganensis* Krauss (Hemiacridinae), *Cataloipus cymbiferus* Krauss (Eyprepocnemidinae), *Ailopus thalassimus* Fabricius (Oedipodinae) et *Oedelus senegalensis* Krauss (Oedipodinae).

\* Les ravageurs des stocks :

Au cours de stockages de semences de maïs dans les différents laboratoires de l'ISRA, plusieurs insectes prédateurs se sont développés et ont causé des dégâts parfois importants. Trois ravageurs ont été identifiés : *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae), charançon du maïs, très répandu en Afrique de l'Ouest, *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera, Pyralidae), petit papillon polyphage et *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae), ravageur commun de la farine de riz.

En période d'hivernage, ces insectes peuvent détruire totalement les récoltes.

\* Le problème des oiseaux :

Les attaques d'**oiseaux** sur épis sont fréquemment observées sur le fleuve Sénégal avec des dégâts relativement forts en saison froide. Dans certains essais, il n'est pas rare d'observer une consommation de plus de 50% de grains (Station de Ntiago). Les espèces présentant un certain danger dans les périmètres maïsicoles sont les perruches, les *Quelea*, l'ignicolore (*Euplectes orix*), le vorabé (*Euplectes afer*) et le tisserin (*Ploecus sp.*)

## INCIDENCE DE QUELQUES RAVAGEURS IMPORTANTS SUR LA PRODUCTIVITÉ DU MAÏS

La mesure des pertes de productivité dues aux ravageurs est un renseignement d'une importance capitale pour les programmes de recherche, car elle permet de caractériser à chaque saison de culture la pression parasitaire.

Un des moyens le plus facile pour y arriver est la mise en place dans les différentes stations et les périmètres irrigués en milieu paysan, de parcelles à deux ou trois niveaux de protection insecticide avec un témoin non traité. L'objectif de ces essais est d'avoir une approximation des dégâts d'ensemble et de mesurer le potentiel de rendement d'une culture sous protection insecticide maximum.

### Site et dispositif expérimental

L'estimation des pertes globales de rendement en hivernage comme en saison froide, a été faite grâce à l'installation de parcelles à trois niveaux de protection insecticide dans les principales stations de l'ISRA : Ndiol et Fanaye.

Ce système est basé sur l'utilisation d'insecticide binaire (30 g/Ha de cyperméthrine + 300 g/Ha de diméthoate) en EC.

Le dispositif en "escalier" double comprend trois objets (parcelles de 200 m<sup>2</sup>) :

Objet A : Parcelle non traitée (témoin) ;

Objet B : Programme à 3 applications insecticides (à 30, 45 et 60 jours après semis) ;

Objet C : Programme de traitement plafond (granulés systémiques au semis, puis traitement hebdomadaire à 15 jours après semis - (JAS) jusqu'à la récolte)

\* Maïsiculture d'hivernage :

La maïsiculture d'hivernage abrite en général un complexe de ravageurs diversifié, mais d'après les observations régulières, ce sont les lépidoptères foreurs qui provoquent les dégâts les plus significatifs. Des baisses de productivité assez importantes dues à ces ravageurs, avaient déjà été constatées en 1990 et 1991, particulièrement dans le delta du fleuve.

En hivernage 1992, sur la station de Ndiol (delta), les pertes globales de rendements sont estimés à 37% (C-A/C) pour un rendement maximum de 2,4 t/ha en maïs grains (tableau 1), alors qu'à Fanaye (moyenne vallée), ces pertes ne représentent que 19%, avec un potentiel de rendement plus élevé de 4,1 t/ha en moyenne pour le traitement C (tableau 2).

Les observations phytosanitaires ont porté sur :

- le pourcentage de coeurs-morts (C.M.) dû à *S. calamistis* déterminé à 60 JAS (jours après semis). Ce symptôme correspond au stade ultime de l'infestation (destruction du méristème apical), où les plants meurent en général rapidement et se dessèchent.
- le pourcentage de plants attaqués (P.A., tiges avec galeries + épis attaqués) par le complexe des foreurs à 90 JAS (période de maturité du maïs).

Les plants échantillonnés (4 rangs de 10 m au centre de la parcelle) sont examinés de façon à repérer les trous d'entrée des foreurs (on constate en général des déjections) au niveau des entre-noeuds des tiges et sur les spathes des épis.

Traitement	% C. M. 60 JAS.	% P. A. 90 JAS	P 1000G gr. 15% HUM. (1)	RDT 15% HUM. (KG/HA) (2)
C	1,6	5,2	235,2	2386
B	10,4	14,2	216,6	2076
A	19,8	37,3	189,8	1503

Date de semis : 31/07/1992

**Tableau 1 : infestation par les foreurs et perte de rendement (variété Early thaï) en hivernage 1992 - Ndiol**

Traitement	% C. M. 60 JAS	% P. A. 90 JAS	PM 1000G gr. 15% HUM.	RDT 15% HUM (KG/HA)
C	2,0	4,5	261,8	4114
B	8,5	18,5	246,5	3409
A	11,5	22,7	252,0	3338

Date de semis : 24/08/1992

(1) : Poids des 1.000 grains ramené à 15% d'humidité.

(2) : Rendement en maïs grains ramené à 15% d'humidité.

**Tableau 2 : infestation par les foreurs et perte de rendement (variété Early thaï) en hivernage 1992 - Fanaye**

Les pertes importantes à Ndiol s'expliquent en grande partie par des attaques violentes de *Sesamia calamistis* sur jeunes maïs, provoquant de nombreux coeurs morts (perte de plants productifs/Ha). On constate également une perte du poids des 1.000 grains de l'objet A par rapport aux objets B et C, qui peut s'expliquer par les dégâts dans les tiges effectués par les foreurs (dans ce cas il y a perturbation du remplissage des grains).

De telles infestations ont déjà été constatées en 1990 dans la région du delta. Dans tous les cas, elles semblent favorisées par une irrigation des plants par aspersion, ce qui n'est pas le cas à Fanaye où le mode d'irrigation est gravitaire (R. Goebel, 1991). Sur Ndiol, ces attaques précoces sont également en partie responsables de 13% de perte de rendement sur les parcelles B (3 traitements) par rapport au programme plafond (C-B/C). En effet, le premier traitement (30 JAS) a démarré trop tard et n'a eu aucune efficacité sur la première génération très infestante du foreur (une fois que les larves ont pénétré dans la tige, leur élimination est très difficile).

C'est également le cas à Fanaye, avec un niveau d'attaque moins fort.

L'impact des foreurs sur le rendement se situe donc à **plusieurs niveaux** :

- une destruction des plants avant la floraison due principalement à *S. calamistis* (baisse de la densité de plants/Ha) ;
- des dégâts à l'intérieur des tiges (galeries) entre la floraison et la maturité pouvant expliquer la différence du poids de 1.000 grains ;
- enfin, des dégâts directs sur les grains (en général, relativement faible).

Ces constatations sont en accord avec les résultats obtenus par Moyal (1988) en Côte d'Ivoire. D'une façon générale, les faibles taux d'infestation dans les parcelles C montrent l'efficacité du traitement binaire cyperméthrine-diméthoate à la dose indiquée. A l'avenir, des programmes de traitement économiques devront être élaborés, en tenant compte notamment des périodes d'infestation des ravageurs.

#### \* Maïsiculture de saison sèche froide :

En saison froide, compte tenu de la faible pression parasitaire,

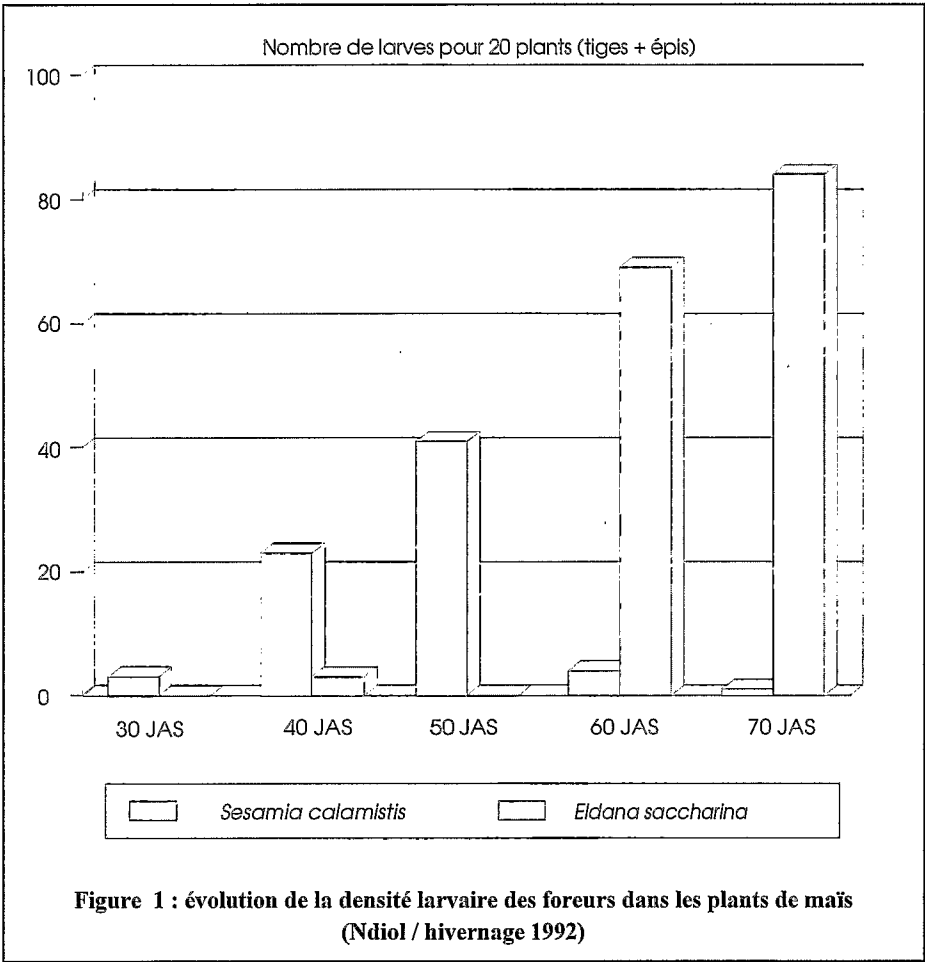
les pertes enregistrées se situent entre 5 et 10% suivant les années (évaluation en 1990/91, 1991/92 et 1992/93) et la localité. Durant cette période, on constate en effet des dégâts peu importants :

- de la levée au stade 4/5 du maïs, ce sont essentiellement des infestations dues aux Thrips et au défoliateur *Spodoptera exigua*, mais qui ne persistent généralement pas ;
- du stade 4/5 feuilles à la floraison, les dégâts les plus importants sont occasionnés par *Mythimna loreyi* ;
- rareté des colonies de pucerons sur panicule (*Rhopalosiphum maidis*)

- les infestations de *S. calamistis* restent à un faible niveau (moins de 3% de coeurs morts sur la parcelle témoin).

Dynamique des populations larvaires des foreurs au champ

Afin de suivre l'évolution des populations larvaires des foreurs dans les plants, des prélèvements réguliers de tiges attaquées (à 30, 40, 50, 60 et 70 jours après semis) sont effectués sur les parcelles témoin. 20 tiges au total (10 par parcelle) sont ainsi amenées en laboratoire pour dissection et dénombrement des larves.



Cette méthode nous a permis en hivernage 1991 et 1992, de mettre en évidence une succession très nette des deux ravageurs : *Sesamia calamistis* intervient principalement de la levée à la floraison, tandis qu'*Eldana saccharina* est présent de la floraison jusqu'à la récolte (Figure 1). Toutefois pour le

premier foreur, des attaques tardives peuvent intervenir et s'ajouter à celle d'*E. saccharina* (R. Goebel, 1993).

Chez *S. calamistis*, on note une densité de jeunes larves (L1-L3) particulièrement abondante à 30 jours après semis, laissant supposer que la ponte intervient sur jeune maïs (stade 4/5 feuille). A 40 JAS, on trouve déjà des chrysalides, observation qui confirme l'existence d'une première génération entre la levée et la floraison. La relation "phénologie de la plante-attaque parasitaire" est très nette pour les deux foreurs.

## APPORT DE LA LUTTE INTÉGRÉE POUR LA PROTECTION DES SYSTÈMES DE CULTURE IRRIGUÉE

La faiblesse des dispositifs financiers, due aux faibles productivités des principales spéculations en Afrique sahélienne conduit, en matière de protection des cultures, à privilégier les méthodes de lutte par des techniques agromonomiques et génétiques, au détriment de la lutte chimique (trop coûteuse et générant des résistance chez les ravageurs).

Les programmes de recherches en défense des cultures sont donc axés depuis quelques années déjà sur l'évaluation de méthodes alternatives adaptées au contexte africain, parmi lesquelles la résistance variétale des cultures aux ravageurs tient une place particulière. L'IPM (Integrated Pest Management) suppose, en premier lieu, une connaissance approfondie de la bio-écologie des insectes dans les systèmes de culture, ainsi que la mise au point des méthodes d'identification et de mesure des dégâts sur la plante suffisamment fiables (relation plante hôte-ravageur) pour qu'elles puissent être utilisées par les sélectionneurs et agronomes.

Actuellement, dans l'ensemble de la vallée du fleuve Sénégal il n'y a pas de **réelles demandes en matière de protection phytosanitaire** sur les cultures irriguées de diversification. Cela s'explique notamment par la faiblesse des surfaces cultivées (par rapport au riz, culture dominante) et donc une absence de dynamique agricole (sociétés de développement, débouchés commerciaux...). Néanmoins, dans la perspective d'accroissement des surfaces en cultures diversifiées, on peut penser que la demande de techniques de lutte et de conseils phytosanitaires va se développer. Il est donc souhaitable dès maintenant, de dégager, dans la panoplie des moyens de lutte, les priorités.

### Résistance variétale

L'utilisation de variétés résistantes ou tolérantes est un moyen efficace et économique de lutte contre les ravageurs. De plus, contrairement à d'autres techniques de protection, elle n'a pas de conséquences néfastes sur l'environnement. Cependant si la perspective de voir les paysans utiliser des variétés résistantes est particulièrement séduisante, leur mise au point reste un travail

de longue haleine nécessitant des moyens financiers et humains importants et l'intervention de spécialistes en entomologie et sélection.

**De ce fait, la résistance variétale du maïs aux insectes foreurs** est étudiée dans la plupart des Centres Internationaux de Recherche Agronomique (CIRA) et dans les universités américaines.

Dans ce domaine, les recherches ont beaucoup progressé grâce, notamment, au développement des techniques d'infestation artificielle des plants (dépôt d'oeufs ou de larves), techniques qui supposent une bonne maîtrise de l'élevage de masse d'insectes. Parallèlement, l'amélioration des techniques de notation des dégâts a permis une évaluation précise et rapide de la résistance ou de la tolérance des variétés. Enfin l'accroissement de la résistance aux foreurs (associé à une bonne valeur agronomique) a été possible grâce à la méthode de sélection récurrente (basée sur un mode additif des caractères).

Concernant *Sesamia calamistis* et *Eldana saccharina*, un programme de sélection en vue d'améliorer la résistance du maïs est conduit à l'IITA (Nigéria) depuis plus de 10 ans (Bosque-Perez *et al.*, 1989). Cette organisme dispose déjà de matériel présentant un certain degré de résistance à chacun des foreurs (population **TZBR : Tropical Zea Borer Resistant**).

**Sur le fleuve Sénégal**, une étude sur le comportement de variétés de maïs vis-à-vis de *S. calamistis* et *E. saccharina*, a été entreprise en station, sous infestation naturelle (R. Goebel, 1992). Cette étude préliminaire avait pour but d'identifier des variétés possédant un certain degré de résistance aux attaques parasitaires et une bonne adaptation aux conditions sahéliennes.

Les premières observations sur un essai "à blanc" en hivernage 1991, comprenant des variétés de provenance diverse (matériel des Antilles, de l'INRA, de l'IITA et variétés locales), ont permis de constater qu'il existait une certaine variabilité de réponse quant aux attaques de foreurs (basé sur une note visuelle des dégâts de 1-9 pour *S. calamistis* de la levée à la floraison et sur le pourcentage de plants cassés pour *E. saccharina* à la récolte).

En hivernage 1992, un deuxième essai a été implanté sur la station de Ndiol, considérée comme "point chaud" pour les attaques de foreurs. La plupart des variétés utilisées en hivernage 1991 ont été retestées, ainsi que du matériel déjà résistant aux foreurs africains et américains. Les résultats, malgré les problèmes d'irrigation (arrosages des plants très irréguliers), permettent un premier tri variétal, tant du point de vue de la résistance "foreur", que de la valeur agronomique dans le contexte du fleuve.

Cependant si ce programme d'étude de la résistance du maïs (mais aussi d'autres céréales cultivées) devait se développer à l'avenir, il faudrait nécessairement procéder à une infestation artificielle des plants. Cela permettrait notamment d'effectuer plusieurs essais dans l'année.



## Pratiques culturelles et irrigation

L'utilisation des techniques culturelles pour réduire les populations de ravageurs dans l'espace cultivé est possible, mais elle demande une bonne connaissance de leur impact sur le comportement de ces ravageurs.

### \* Entretien des parcelles ou des périmètres :

Cet aspect souvent négligé peut intervenir d'une manière efficace dans la limitation des populations d'insectes.

**La destruction de résidus de récolte** dans lesquels se trouvent certains insectes (formes de quiescence pour passer la mauvaise saison) est en premier lieu indispensable. **L'élimination des adventices susceptibles** d'abriter des ravageurs potentiels (plante-hôtes alternatives servant de réservoirs), dans la parcelle ou aux abords des périmètres irrigués est également souhaitable.

Cela dit, si une plante-hôte (cultivée ou non) s'avère très attirante pour des ravageurs importants, elle peut être utilisée comme **culture-piège** pour "diluer" les infestations sur les autres cultures.

Dans tous les cas, une bonne gestion des résidus de récolte et des adventices minimiseront les risques d'attaque d'insectes.

### \* Dates de semis :

Les pics de pullulation des ravageurs dépendent des conditions climatiques, mais aussi des stades de développement de la plante.

Il est donc possible à partir de renseignements précis sur la dynamique des populations au champ, de déterminer des dates de semis permettant à la plante hôte d'échapper aux fortes infestations, et donc à des pertes de productivité significatives.

Dans le cas des foreurs sur maïs, la pratique du semis précoce peu avant l'arrivée des premières pluies, permet à la plante d'échapper aux pullulations maximum à des stades très sensibles (notamment les jeunes plants).

En effet la période à "haut risque" d'infestation, s'étale de mi-juillet (époque des premières pluies) à fin septembre. Il est donc souhaitable si l'on veut minimiser les dégâts, d'effectuer le semis d'hivernage début juin voire mi-juin.

### \* Irrigation :

L'irrigation est un facteur susceptible de modifier la pression parasitaire :

Dans le cas des foreurs, **l'irrigation par aspersion** pratiquée sur sol sableux (*jeeri*) dans la région du delta du fleuve, semble à l'origine d'attaques parfois très violentes (maïsiculture d'hivernage). Mais c'est surtout l'humidité permanente dans les plants due à des arrosages fréquents (surtout à des stades sensibles), qui accroît l'intensité d'attaque de ce type de prédateurs (cela se

vérifie lors des dissections de tiges et d'épis perforés). Par contre, pour d'autres ravageurs, tels que les défoliateurs et les piqueurs-suceurs, ce type d'irrigation peut avoir un effet limitant (destruction par lessivage des oeufs et jeunes larves à l'éclosion).

En 1991 et 1992, ce mode d'irrigation a également provoqué le développement, en hivernage, d'une maladie bactérienne (due à *Erwinia chrysanthemi*), responsable de la liquéfaction, puis de la destruction totale de certains plants (station de Ndiol). Le traitement des eaux du fleuve dans les bassins de pompage serait alors la seule solution pour remédier à ce type de maladie.

**L'irrigation par gravité**, pratiquée dans les périmètres de la moyenne vallée semble au contraire minimiser les attaques de foreurs. Dans ces périmètres, on peut enregistrer cependant des infestations importantes de pucerons, de thrips et de chenilles défoliatrices.

La fréquence des irrigations, mais aussi le contrôle des excès d'eau seront autant d'éléments à prendre en compte en lutte intégrée.

\* Cultures associées et rotation culturales :

L'influence des associations et des rotations culturales sur le parasitisme n'est pas toujours facile à évaluer.

Dans le cas des cultures associées, l'impact d'un ravageur ayant une gamme élargie de plantes hôtes, peut-être limitée (répartition moins dense sur une culture).

L'inconvénient de certaines rotations culturales est d'offrir la possibilité de transfert de populations d'une culture à une autre (cas d'*Heliothis* lors des rotations maïs-tomate ou maïs-coton, ou de *Sesamia* lors de la rotation de céréales).

La mise en place d'un système de culture suppose donc une compréhension poussée des relations culture hôte-ravageur.

### Faune auxiliaire

La dynamique des populations chez les ravageurs étant naturellement liée à une complexité de facteurs dépendant surtout du milieu, certains agents biologiques de l'écosystème (entomophages et prédateurs) peuvent intervenir dans la répression naturelle de ravageurs.

Le recensement de l'entomofaune utile sur le maïs effectué, de 1990 à 1993, a permis de mettre en évidence un certain nombre de prédateurs et de parasitoïdes de ravageurs tels que les foreurs et les pucerons (voir liste en annexe II).

Le microhyménoptère *Pediobius furvum* Gahan (Eulophidae) est un endoparasite nymphal qui est trouvé régulièrement sur *S. calamistis*. De nombreuses larves parasitées ont ainsi été récoltées en hivernage 1991 et 1992 à Ndiol.

Cependant pour cet auxiliaire, des études d'efficacité au laboratoire doivent être faites afin de savoir s'il a un réel impact.

L'importance des auxiliaires est surtout signalée sur les pucerons (*Rhopalosiphum maidis*) sur lesquels des prédateurs très actifs ont été remarqués notamment *Cheilomenes vicina* Olivier (Coleoptera, Coccinellidae) et *Ishiodon aegyptius* Wiedemann (Diptera, Syrphidae).

La faune auxiliaire, c'est également des prédateurs tels que les arachnides, qui représentent à chaque saison du maïs environ 5% du total des captures d'insectes par les pièges à eau (bacs à fond jaune) (R. Goebel, 1991).

Dans tous les cas, l'abondance des entomophages dans les systèmes de culture irriguée déterminera en priorité les mesures spécifiques à prendre pour les protéger, améliorer leur chance de survie ou stimuler leur action répressive.

### Piégeage sexuel

Le piégeage des ravageurs à l'aide de phéromones sexuelles de synthèse est une technique récente, de plus en plus utilisée dans les programmes de lutte intégrée. Elle vise essentiellement à :

- **Estimer des niveaux de populations adultes de ravageurs** (surveillance) afin de choisir le moment opportun pour les traitements insecticides (moyen de lutte indirecte).
- **Effectuer des captures de masse** avec un nombre important de pièges disposés rationnellement et des répétitions au cours du temps.
- **Empêcher la reproduction du ravageur** dans les zones cultivées par la **confusion sexuelle** (lutte directe). Le principe est de saturer les récepteurs des mâles en inondant les parcelles de phéromones sexuelles, ce qui a pour effet de perturber la recherche du partenaire (donc de l'accouplement). Cette technique intéressante nécessite cependant de s'assurer de la non-fécondation des femelles dans les zones cultivées.

En 1991 et 1992, un système de piégeage sexuel vis-à-vis de *Sesamia calamistis* a été mise en place dans les stations de l'ISRA avec pour objectif une surveillance de ses populations (R. Goebel, 1993).

Malheureusement la phéromone synthétique testée (fournie par l'INRA) s'est révélée inefficace sur ce lépidoptère, alors qu'elle a été testée avec succès au Mali en 1987 et 1988. Par contre, nos pièges ont attiré *Mythimna loreyi*, une autre noctuelle importante du maïs (dégâts foliaires). L'hypothèse que des races géographiques de la même espèce utilisent des "dialectes" phéromonaux différents est avancée (cela a déjà été constaté chez d'autres espèces).

Les investigations dans ce domaine doivent néanmoins se poursuivre car le piégeage sexuel des ravageurs est l'un des moyens de lutte directe ou indirecte les plus prometteurs dans le contexte sahélien.

## Insecticides et traitement de semences

### \* Traitements insecticides en pleine culture :

Les traitements insecticides sur les cultures particulièrement menacées ne peuvent être exclus, à plus forte raison si des solutions immédiates de protection des cultures sont demandées par les agriculteurs (en cas de très fortes infestations de ravageurs). Afin d'anticiper cette demande, des tests de matières actives à faible impact sur l'environnement et la faune auxiliaire, bien ajustés aux dynamiques des principaux ravageurs (calendrier de traitement), doivent être conduits en station ou en milieu paysan.

### \* Traitement de semences :

Cette technique, de par son évolution actuelle, présente un intérêt particulier pour la protection des cultures irriguées en région sahélienne. En effet des insecticides systémiques tels que l'**imidacloprid** (BAYER), protège non seulement la graine et la plantule, mais assure également une protection de la phase végétative (effet garanti pendant un mois).

Des essais sont effectués avec succès sur cotonnier contre les piqueurs-suceurs dans un certain nombre de pays étrangers (Lafuerza, 1992). En France, ce produit est actuellement testé sur maïs vis-à-vis des foreurs (infestations précoce) à l'AGPM (Association Générale des Producteurs de Maïs).

Les résultats de ces tests en France, s'ils se révèlent positifs, intéresseront les programmes de lutte contre le foreur africain *Sesamia calamistis* (première génération très infestante sur le maïs).

## CONCLUSION

Le travail réalisé jusqu'à présent a permis de cerner dans son ensemble les problèmes entomologiques en maïsiculture irriguée dans la région du fleuve Sénégal. A priori, la période d'hivernage est une période à risque de fortes infestations avec, dans le cas des foreurs, des attaques parfois spectaculaires. Durant cette période, on observe également une grande diversité de ravageurs, dont certains ont une gamme de plantes-hôtes élargie. Par ailleurs, le renforcement de la pression parasitaire des foreurs dans des parcelles irriguées par aspersion, nous montre bien l'influence des techniques d'intensification sur les populations d'insectes.

Dans les systèmes de culture où il sera question de véritables successions culturales toute l'année, d'autres éléments devront être considérés. Parmi ceux-ci, les transferts d'entomofaune d'une culture à une autre. Dans ce nouveau contexte, la mise en place de techniques de lutte passera tout d'abord par la compréhension poussée des facteurs susceptibles de modifier l'agrobio-cénose, puis par l'utilisation, à bon escient, de ces mêmes facteurs pour la

régulation des populations de ravageurs. D'une façon générale, il s'agira d'utiliser toutes les facettes de la lutte intégrée de manière à faciliter la mise au point des systèmes de culture performants par les agronomes.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Appert J., 1957 - Les parasites animaux des plantes cultivées au Sénégal et au Soudan. *Gouvernement Général de l'Afrique Occidentale Française, Dakar*. 272 p.
- Bosque-Pérez N. A., Mareck J. H., Dabrowski Z. T., Everett L., Kim S. K., Efron Y., 1989 - Screening and breeding maize for resistance to *Sesamia calamistis* and *Eldana saccharina*. Towards Insect Resistant Maize for the Third World. *Proceedings of the International Symposium on Methodologies for Developing Host Plant Resistance to Insects. CIMMYT (Mexico)*.
- Bourdouxhe L., 1983 - Dynamique des populations de quelques ravageurs importants des cultures maraîchères du Sénégal. *L'Agron. Trop.* 38(2) : 132-148.
- Brénière J., 1979 - Entomologie des cultures maraîchères en Mauritanie. *Rapport de mission du 16 au 24 janvier 1979. IRAT*. 17 p.
- Brénière J., 1981 - Entomologie des cultures vivrières en Mauritanie. *Rapport de mission du 6 au 23 novembre 1981. IRAT*. 29 p.
- Clerget B., 1988 - Programme d'amélioration du maïs pour les cultures irriguées dans la vallée du Sénégal. Cadre et objectifs de recherches. Synthèse des travaux de 1984 à 1988. *CIRAD-IRAT Programme maïs*. 63 p.
- Etienne J., Delvare G., Aberlenc H. P., 1992 - Contribution à la connaissance de l'arthropodofaune associée aux cultures de Casamance (Sénégal). *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura*. Ser. II 24(2), 1992 : 159-193.
- FAO/PNUD, 1978 - Recherches sur la lutte contre les oiseaux granivores (*Quelea quelea*), Phase II. *Rapport terminal (régional). Conclusions et recommandations du projet RAF/73/055*.
- Goebel R., 1991 - Problèmes phytosanitaires en maïsiculture sur le Fleuve Sénégal. Inventaire et suivi des ravageurs. *Rapport d'activités 1990 de l'opération Entomologie. IRAT/ISRA*. 25 p.
- Goebel R., 1992 - Mise en place d'un programme résistance variétale du maïs aux foreurs en zone sahélienne irriguée (fleuve Sénégal) *Actes de la réunion bis-annuelle maïs. Montpellier, Septembre 1991*
- Goebel R., 1993 - Etude de l'efficacité de la phéromone de *Sesamia calamistis* (Lepidoptera : Noctuidae), foreur du maïs dans la région du fleuve Sénégal. Effet de l'attractif sur une autre noctuelle du maïs *Mythimna loreyi*. *Rapport final d'ATP/CIRAD "Mise au point d'avertissement agricole par l'utilisation de pièges à phéromones*. 12 p.
- Goebel R., 1993 - Analyse du complexe parasitaire du maïs sur le fleuve Sénégal. Perspectives de lutte intégrée contre les principaux ravageurs. 108-126, in : *CIRAD-CA/CORAF Réseau Coton/DRA (RCF). Réunion de coordination des recherches phytosanitaires pour la sous-région Afrique de l'Ouest. Bénin, 26-28 janvier 1993, Cotonou*. 193 p.
- Lafuerza A., 1992 - Imidacloprid (Gaucho, Confidor). Insecticide systémique (Nitroguanidine) en cultures cotonnières. *Revue scientifique du Tchad*. Vol. II, N°1 et 2.

□ Moyal P., 1988 - Les foreurs du maïs en zone de savane en Côte-d'Ivoire. Données morphologiques, biologiques, écologiques. Essais de lutte et relation plante-insecte. *Thèse de Doctorat. Editions de l'ORSTOM. Collection Etudes et Thèses.* 367 p.

□ Risbec J., 1950 - La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan français. *Gouvernement Général de l'AOF, Dakar.* 498 p.

□ Schmitz, 1969 ? - Problèmes entomologiques dans la vallée du fleuve Sénégal. *Rapport final de mission du 19 février au 1er avril 1969 et du 15 septembre au 14 novembre 1969. FAO.* 66 p.

□ □ □

... / ...

# Annexe 1 : ravageurs du maïs recensés sur le fleuve Sénégal 1990/1993. Insectes et Acariens

ORDRE/FAMILLE/ESPECE	ORGANES ATTAQUES	SAISON	F
ACARIEN			
<u>Tetranychidae</u>			
<i>Tetranychus urticae</i> (Koch)	Feuilles	SF	++
COLEOPTERA			
<u>Meloidae</u>			
<i>Mylabris holocericea</i> (Klug)	Panicule	HIV "	++
<i>Mylabris pallipes</i> (Olivier)	Panicule	"	+
<i>Coryna argentata</i> (Fabricius)	Panicule	"	++
<i>Psalydolytta vestita</i> (Dufour)	Panicule		++
<u>Scarabaeidae</u> (Cetoninae)			
<i>Diplognatha gagathes</i> (forster)	Panicule /épi	HIV	+
<i>Gametis sanguinolenta</i> (Olivier)	"	"	+
<i>Pachnoda aurentia</i> (Herbst)	"	"	++
<i>Pachnoda consantanea</i> (Schaum)	"	"	++
<i>Pachnoda interrupta</i> (Olivier)	"	"	+++
<i>Pseudoproteaetia stolata</i> (Olivier)	"	"	++
<i>Rhabdotis sobrina</i> (Gory et Percheron)	"	"	+
<i>Smaragdesthes guerini</i> (Janson)	"	"	+
<u>Curculionidae</u>			
<i>Tanymecus tessellatus</i> (Marshall)	Feuilles (cornet)	HIV/SF	++
<i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulsky)	Grains stockés	HIV	+++
<i>Pycnodactylus tibialis</i> (Faust)	Epis/gr. laiteux	HIV	+
<u>Coccinellidae</u>			
<i>Henosepilachna elaterii</i> (Rossi)	Feuilles	HIV/SF	+
<i>Exochomus flavipes</i> (Fürsch)	Feuilles	HIV	+
<u>Tenebrionidae</u>			
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	Grains stockés	HIV	++
<u>Bruchidae</u>			
<i>Caryedon sp. aff. cassiae</i> (Gyllenhal)	Epis	HIV/SF	+

Légende : HIV : Hivernage  
SF : Saison Froide

+++ : Abondant  
++ : Peu abondant  
+ : Rare

.../...

DIPTERA			
<u>Muscidae</u>			
<i>Aterigona</i> sp	Tige attaq. /Foreur	HIV/SF	+
<u>Diopsidae</u>			
<i>Diopsis apicalis</i> (Dalman)	Tige attaq. /Foreur	HIV/SF	++
HEMIPTERA			
Heteroptera			
<u>Lygaeidae</u>			
<i>Spilostethus longulus</i> (Fabricius)	Panicule	HIV/SF	+
<i>Graptostethus servus</i> (Mulsant)	Panicule	HIV/SF	+
<u>Miridae</u>			
<i>Creontiades pallidus</i> (Rambur)	base des feuilles	HIV/SF	+
<u>Pentatomidae</u>			
<i>Piezodorus teretipes</i>	Feuille	HIV	++
<i>Scotinophora comuta</i> (Horvath)	Gaine/base de la tige	HIV	++
<i>Eysarcoris inconspicuus</i> (Herrich- Schäffer)	Gaine foliaire	HIV	+
<i>Calidea nana</i> (Hahn et Herrich- Schäffer)	Epis/spathes	HIV	+
<i>Calidea panaethiopica</i> (Kirkaldy)	Epis/spathes	HIV	+
<i>Nezara viridula</i> (Linné)	Feuille/spathes	HIV	+
Homoptera			
<u>Aphididae</u>			
<i>Ropalosiphum maidis</i> (Fitch)	Feuilles/panicule	HIV/SF	+++
<u>Cicadellidae</u>			
<i>Exitianus fasciolatus</i> (Melichan)	Feuilles	HIV/SF	+
<i>Exitianus capicola</i> (Stal)	Feuilles	HIV/SF	+
<i>Cicadulina</i> sp.	Feuilles	HIV	+
ISOPTERA			
<i>Microtermes</i> sp	Tige/epi	HIV/SF	++

Légende :      HIV : Hivernage      +++ : Abondant  
                     SF : Saison Froide      ++ : Peu abondant  
   + : Rare

.../...



LEPIDOPTERA			
<u>Noctuidae</u>			
<i>Heliothis armigera</i> (Hübner)	Epi Feuille/pan. /epi	HIV/SF	++
<i>Mythimna loreyi</i> (Duponchel)	Tige/epi	HIV/SF	+++
<i>Sesamia calamistis</i> (Hampson)	Jeunes feuilles	HIV/SF	+++
<i>Spodoptera exigua</i> (Hübner)		SF	++
<u>Pyrilidae</u>			
<i>Eldana saccharina</i> (Walker)	Tige/epi	HIV	+++
<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)	Grains stockés	HIV	+++
<u>Tortricidae</u>			
<i>Cryptophlebia leucotreta</i> (Meyrick)	Epi	HIV/SF	+
<u>Gelechiidae</u>			
<i>Sitotraga cerealella</i> (Olivier)	Grains stockés	HIV	++
ORTHOPTERA			
<u>Grillidae</u>			
<i>Brachytripes membranaceus</i> (Drury)	Plantule	HIV	+
<u>Acrididae</u>			
Cyrtacanthacridinae			
<i>Kraussaria angulifera</i> (Krauss)	Feuilles	HIV/SF	++
Oedipodinae			
<i>Ailopus thalassinus thalassinus</i> (Fabricius)	Feuilles	HIV/SF	++
<i>Oedalus senegalensis</i> (Krauss)	Feuilles	HIV/SF	++
Hemiacridinae			
<i>Hieroglyphus daganensis</i> (Krauss)	Feuilles	HIV/SF	++
Eyprepocnemidinae			
<i>Cataloipus cymbiferus</i> (Krauss)	Feuilles	HIV/SF	++
Truxalinae			
<i>Truxalis johnstoni</i> (Dirsh)	Feuilles	HIV/SF	++
THYSANOPTERA (THRIPS)			
<i>Caliothrips impurus</i> (Priesner)	Jeunes feuilles	HIV/SF	+++
DERMAPTERA			
<i>Forficula senegalensis</i>	feuille/spathe	HIV/SF	++

Légende :

HIV : Hivernage  
SF : Saison Froide

+++ : Abondant  
++ : Peu abondant  
+ : Rare

Annexe 2 : insectes prédateurs et parasitoïdes du maïs

ORDRE/FAMILLE/ESPECE	HOTE/PROIE	PRESENCE
COLEOPTERA		
<u>Coccinellidae</u>		
<i>Cheilomenes vicina</i> (Mulsant)	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Forte
<i>Cheilomenes sulphurea</i> (Olivier)	"	Moyenne
<i>Cymnus sp.</i>	"	Forte
<i>Chilocorus nigrita</i> (Fabricius)	"	Moyenne
<u>Carabidae</u>		
<i>Chlaenius transversalis</i> (Dejean)	Proies variées	Moyenne
<i>Brachinus laetus</i> (Dejean)	Proies variées	Moyenne
<u>Staphilinidae</u>		
<i>Paederus fuscipes</i> (Curtis)	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Moyenne
DIPTERA		
<u>Syrphidae</u>		
<i>Ischiodon aegyptius</i> (Wiedemann)	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Forte
HEMIPTERA		
Heteroptera		
<u>Reduviidae</u>		
<i>Coranus aegyptius</i> (Fabricius)	Proies variées	Moyenne
HYMENOPTERA		
<u>Chalcididae</u>		
<i>Brachymeria feae</i> (Masi)	Chrysalide/ <i>M. loreyi</i>	Faible
<i>Hyperchalcidia soudanensis</i> (Steffan)	Chrysalide/ <i>E. saccharina</i>	Faible
<u>Eulophidae</u>		
<i>Pediobius furvum</i> (Gahan)	Chrysalide/ <i>S. calamistis</i>	Forte
<u>Braconidae</u> /Microgastrinae		
<i>Cotesia sesamiae</i> (Cameron)	Cocons blancs trouvés sur larve <i>S. calamistis</i>	Forte
NEUROPTERA		
<u>Chrysopidae</u>		
<i>Chrysopa sp.</i>	Puceron <i>R. maidis</i>	Moyenne

□ □ □